



PC RU 99 / 00149

#7 Priority Doc  
DHAUS 12/1  
8-11-99



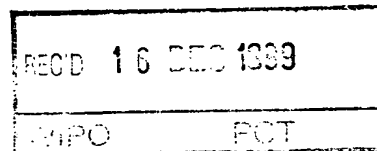
РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

рег. No 20/14-603

"16" ноября 1999 г.

### СПРАВКА



Федеральный институт промышленной собственности Российского агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение N 99101033, поданной в январе месяце 18 дня 1999 года.

**Название изобретения:** Стабилизированные и управляемые источники электронов, матричные системы управляемых источников электронов и устройства на их основе.

**Заявитель:** Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное предприятие Кристаллы и Технологии"

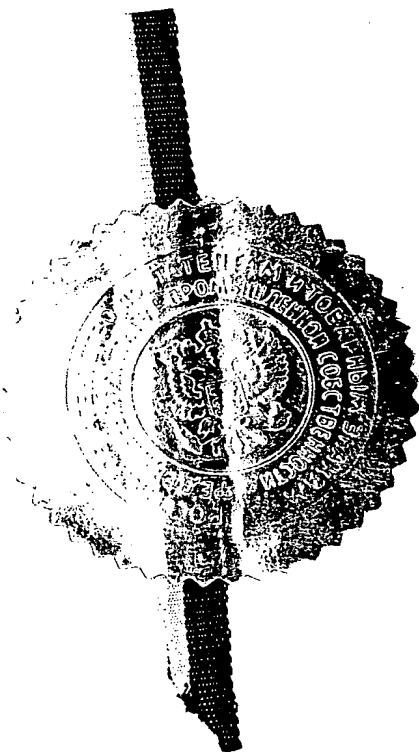
**Действительный автор(ы):** ГИВАРГИЗОВ Евгений Инвиевич  
ГИВАРГИЗОВ Михаил Евгеньевич

### PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Уполномоченный заверить копию  
заявки на изобретение

Г.Ф. Востриков  
Заведующий отделом



29101033

*STABILIZED* *CONTROLLED* *SOURCES*  
**СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ И УПРАВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ**  
*Electron*  
**ЭЛЕКТРОНОВ,**

*MATRIX* *SYSTEMS* *CONTROL* *SOURCES*  
**МАТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

**ЭЛЕКТРОНОВ И УСТРОЙСТВА НА ИХ ОСНОВЕ.**

*ELECTRON AND DEVICES BASED ON IT.*

Е. И. Гиваргизов, М. Е. Гиваргизов

**ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

(*ABSTRACT*)

Настоящее изобретение относится к устройствам эмиссионной электроники и вакуумной микроэлектроники, а более точно к автоэмиссионным катодам, а также к устройствам на основе автоэлектронной эмиссии таким, как плоские автоэмиссионные дисплеи, источники электронов для электронных пушек широкого назначения, СВЧ-приборов и др.

*BACKGROUND*

**ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

В последнее время рассматривается множество вариантов [1], решения вопроса полевой эмиссии, в том числе и с использованием дефектов в планарных (плоскостных) структурах [2], являющимися местами-зародышами эмиссии. В сравнении с дефектами острия имеют большее предпочтение с точки зрения возможности добиться регулярности множественной структуры острий и управляемости методов создания острий на большой площади. Однако на практике часто встречаются случаи, когда из-за различных причин регулярная острейная структура уступает по однородности свечения структурам со случайным распределением дефектов.

Также известны трудности в обеспечении стабильности и управляемости электронного потока, генерируемого полемым острейным эмиттером. С этим же связаны трудности в обеспечении однородности полевой эмиссии электронов в многоострийном катоде. Типичным решением в обеспечении однородности полевой эмиссии электронов в многоострийном катоде является создание балластного

сопротивления, выравнивающего токи через отдельные полевые эмиттеры многоострийной структуры.

Для преодоления вышеперечисленных проблем в случаях с использованием острийных эмиттеров применяются различные конструктивные и технологические решения.

Так, известен управляемый источник электронов [3], в котором острый полевой эмиттер электронов соединен со стоком МОП (металл-окисел-полупроводник) транзистора, который служит источником стабильного тока. В таком источнике электронов успешно реализуется вопрос стабилизации и управляемости эмиссионного тока с полевого эмиттера [4]. Однако в этом источнике электронов р-п переходы транзистора расположены в подложке, на которой расположен полевой эмиттер, а управляющий электрод пространственно расположен между ним и источником носителей заряда, который также расположен на подложке. Это приводит к значительному увеличению площади, занимаемой одним пикселем, а соответственно к уменьшению разрешающей способности прибора. Некоторое улучшение с пространственным распределением отдельных элементов стабилизации и управления реализовано в [5]. И все же говорить о радикальном решении вопроса интеграции элементов управления и стабилизации здесь не приходится.

Сочетание решений вопросов стабилизации и управляемости с пространственным размещением элементов управления удачно реализовано в [6]. В этом источнике электронов для стабилизации и управляемости эмиссионного тока в основании эмиттера размещен диод. Такая конструкция в принципиальном рассмотрении как минимум в три раза уменьшает размеры источника электронов, так как элемент его управления занимает то же пространство, что и сам полевой эмиттер. Реализованный таким образом источник электронов, позволяет регулировать напряжение так, что стартовое напряжение снижается и, тем самым, обеспечивается однородная эмиссия. На катодном электроде устанавливается множество эмиттеров, действующих через диоды, фактически являющимися балластными сопротивлениями. Такая конструкция обеспечивает однородность эмиссии и одновременно ее управляемость. Однако для успешного решения вопросов однородности и управляемости эмиссионного тока недостаточно предложенных в [6] элементов стабилизации и управления эмиссионным током.

В настоящем изобретении осуществлена попытка более полной реализации преимуществ острия, применяемого в качестве полевого эмиттера. Острие

рассматривается не как некая "материальная точка" эмиссии без пространственных характеристик различных ее частей (подобно рассмотрению такого вопроса в разделе "Механика"), а как пространственно распределенный объект, разные части которого выступают функциональными элементами устройства.

Так, в настоящем изобретении предлагается, в частности, выполнить полевой эмиттер, включающий в себя как минимум один барьер (например, переход типа  $n-p^+$ ,  $p-p^+$  или  $p-n$ ), то есть барьер помещен в тело полевого эмиттера. Говоря о том, что барьер расположен в теле полевого эмиттера, мы предполагаем, что он находится на некотором возвышении  $h>0$  (см. Фиг.3) над подложкой или над своим непосредственным основанием. В предложенных же ранее вариантах [1] и [2] один из таких переходов расположен в основании полевого эмиттера. При этом он находится либо на уровне верхней границы подложки, либо ниже нее.

Согласно настоящему изобретению элементы управления источников электронов смещены из планарного распределения, как это реализовано в [1], в вертикальное. Таким образом, основную роль в стабилизации и управлении в настоящем изобретении отводится именно массиву (телу) и боковой поверхности полевого эмиттера, наряду с традиционной ролью вершины полевого эмиттера.

Как в [3], так и в [6] вытягивающие электроды воздействуют на электроны, находящиеся на вершине. В настоящем изобретении рассматриваются такие источники электронов, в которых полевые эмиттеры имеют достаточную длину и толщину. Поэтому с точки зрения воздействия управляющих электродов [3],[6] или барьеров (например диод согласно [6]) на прохождение носителей заряда через полевой эмиттер рассматриваются как минимум шесть областей источника электронов с полевым эмиттером: подложка, на которой размещен полевой эмиттер, его основание, вершина, массив (тело), боковая поверхность и массив (тело) материала, имеющего контакт с подложкой или полевым эмиттером и через который происходит подвод носителей заряда. Это области селективной активации, или активные области. Таким образом, активная область - область в подложке, в теле полевого эмиттера, в его основании, на его вершине, на его боковой поверхности или в массиве (теле) материала, имеющего непосредственный или опосредованный контакт с подложкой или полевым эмиттером, через которую (активную область) осуществляется связь источника носителей заряда с полевым эмиттером и в которой осуществляется управление током (поток носителей заряда) путем запирающего и отпирающего потока носителей заряда из одной области их движения в другую. Активная область может быть размещена непосредственно как в

основании полевого эмиттера [6], вершине [3],[6] или подложке [3], так и в самом теле полевого эмиттера, на его боковой поверхности или в массиве (теле) материала, имеющего непосредственный или опосредованный контакт с подложкой или полевым эмиттером, как это решается в настоящем изобретении.

Таким образом, предложенный в настоящем изобретении вариант управляемого источника электронов позволяет конструктивно перенести элементы управления из планарного расположения в вертикальный. Это позволяет значительно уменьшить площадь, занимаемую областью управления полевым эмиттером, и, соответственно, повысить разрешающую способность прибора и расширить области его применений. При этом сохраняется возможность получения стабильности и управляемости эмиссионного тока.

## DETAIL DESCRIPTION СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В предлагаемом изобретении в тело или на поверхности полевого эмиттера стабилизированного источника электронов помещен барьер для прохождения носителей заряда через него с изменением их энергии. Наличие указанного барьера приводит к появлению балластного сопротивления в цепи отдельного полевого эмиттера.

В предлагаемом стабилизированном источнике электронов, включающем полевой эмиттер, подложку, источник носителей заряда, по крайней мере одно балластное сопротивление, по крайней мере одно балластное сопротивление выполнено в виде барьера, представляющего собой границу в теле эмиттера, образованную контактом материалов с разной проводимостью. Также барьер может представлять собой границу между телом эмиттера и проводящим слоем, расположенном на поверхности полевого эмиттера. В таком источнике электронов полевым эмиттером может служить участок указанного проводящего слоя, расположенного на острие или лезвие, через которые осуществляется подвод носителей заряда. Иными словами, эмиссия в таком полевым эмиттере может осуществляться через проводящий слой, расположенный на поверхности, и особенно на вершине полевого эмиттера. При этом для создания барьера могут применяться полупроводниковые материалы с различной проводимостью типа  $n$ ,  $n^+$ ,  $p$ ,  $p^+$ , сам полевой эмиттер, также как и иные элементы источника электронов могут быть выполнены из полупроводникового материала. Для

создания барьера также может использоваться тонкий слой изолятора, поперечный направлению движения носителей заряда.

Сам же полевой эмиттер может являться выращенным эпитаксиально с подложкой. Полевой эмиттер может быть представлен острием или лезвием. При этом он может состоять из двух взаимнокоаксиальных частей, широкой нижней и более узкой верхней частей. В частности, полевой эмиттер может быть выполнен из нитевидного кристалла кремния. Также вершина полевого эмиттера может быть заострена и покрыта алмазом или алмазоподобным материалом, причем эти покрытия могут быть заострены.

Стабилизированный источник электронов описанный выше может иметь источник носителей заряда, который соединен с полевым эмиттером через подложку и/или через проводящий слой, расположенный на поверхности полевого эмиттера непосредственно или через тонкий слой изолятора.

Также в настоящем изобретении предлагается источник электронов, включающий полевой эмиттер, подложку, источник носителей заряда, по крайней мере одно балластное сопротивление, в котором подложка имеет форму острия и выполнена из изоляционного материала и покрыта проводящим слоем, толщина которого обеспечивает балластное сопротивление. При этом полевым эмиттером является участок проводящего слоя, расположенный на острие. В таком источнике электронов проводящий слой может иметь по крайней мере один барьер для носителей заряда, причем этот барьер может представлять собой по крайней мере один переход, образованный границей между материалами с различной проводимостью, в том числе и проводимостями типа  $n$ ,  $n^+$ ,  $p$ ,  $p^+$ , либо образован по крайней мере одним слоем изолятора, поперечного направлению движения носителей заряда.

В предлагаемом изобретении управляемого источника электронов представляет собой описанный здесь же стабилизированный источник электронов, у которого имеется по крайней мере один управляющий электрод.

Также в предлагаемом изобретении управляемого источника электронов в тело полевого эмиттера или на его поверхность управляемого источника электронов помещена активная область источника тока. При этом возможно дополнительно разместить в непосредственной близости от острия, равно как и на самом полевым эмиттере, еще один или несколько управляющих электродов.

В предлагаемом управляемом источнике электронов может содержаться совокупность элементов, включающая в себя полевой эмиттер, подложку, по крайней мере одну активную область, по крайней мере один управляющий электрод, источник

тока, содержащий источник носителей заряда, по крайней мере один из барьеров для носителей заряда, причем по крайней мере один из барьеров для носителей заряда и по крайней мере одна активная область могут быть расположены как в теле полевого эмиттера, так и на его боковой поверхности. Также активная область может быть размещена в массиве (теле) материала, имеющего непосредственный или опосредованный контакт с подложкой и/или полевым эмиттером.

При этом, по крайней мере один управляющий электрод может находиться вблизи барьера для носителей заряда. С учетом сказанного выше по крайней мере один управляющий электрод может быть расположен на поверхности эмиттера через изолирующий слой. К этому может быть добавлен по крайней мере один управляющий электрод, который отделен от полевого эмиттера вакуумным зазором. Любой из перечисленных выше электродов может располагаться вдоль полевого эмиттера. Также любой из перечисленных выше электродов может иметь непосредственный контакт с поверхностью полевого эмиттера.

Управляемый источник электронов, описанный здесь также может иметь кристаллическую подложку, либо иметь подложку, которая образована слоем изолятора и расположенном на нем слое проводящего материала, при этом проводящий слой может быть кристаллическим, в частности, монокристаллическим кремнием, ориентированного по кристаллографической плоскости (111).

Управляемый источник электронов описанный выше может иметь поверх всей конструкции тонкий слой материала, предотвращающего выход с ее поверхности любых химических элементов. В качестве такого материала может быть использован алмаз или алмазоподобное вещество.

В предлагаемой в настоящем изобретении матричной системе управляемых источников электронов содержится по крайней мере два управляемых источника электронов, описанных здесь же. Так же предлагается матричная система управляемых электронов, в которой управляющий электрод имеет вид диафрагмы, которая в свою очередь выполнена из проводящего алмаза или алмазоподобного материала.

Также подложка в такой матричной системе может представлять собой ряды проводящего материала, расположенного на изоляторе.

Матричная система управляемых источников электронов может содержать двумерную систему из взаимноперпендикулярных рядов управляемых источников электронов, описанных здесь же, при этом матричные системы могут быть снабжены шинами, которые в каждой из систем рядов управляемых источников электронов взаимно

параллельны и перпендикулярны шинам другой системы рядов управляемых источников электронов, причем шины разных систем рядов управляемых источников электронов расположены на разных уровнях и разделены изолятором.

Согласно настоящему изобретению устройство для оптического отображения информации, содержащее матричную систему источников электронов и анод, включающий стеклянную подложку, слой люминофора, и проводящий прозрачный слой, в котором матричная система управляемых источников электронов может быть выполнена так, как она описана выше. При этом проводящий слой анода может представлять собой совокупность параллельных полосок, перпендикулярных по крайней мере одной из систем рядов управляющих электродов источников электронов. Для предотвращения выхода с поверхности анода каких-либо химических элементов распада его материалов он может быть покрыт слоем защитного материала, прозрачного для электронов. В качестве такого материала может быть использован прозрачный проводящий слой либо алмаз или алмазоподобное вещество.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1 Иллюстрация осуществления полевого эмиссионного катода согласно [2]  
1 - подложка; 2 - катодный электрод; 3 - диод; 4 - металлический слой; 5 - полупроводниковый слой; 6 - эмиттер; 7 - изоляционный слой; 8 - управляющий (вытягивающий) электрод;

Фиг. 2А, 2Б Иллюстрирует схему двух конечных видов монолитно сформированного устройства полевого эмиттера электронов согласно [1].

Фиг. 3А, 3Б, 3В, 3Г Иллюстрируют один ряд вариантов конструктивной реализации стабилизированного источника электронов, соответственно, в теле, на поверхности и в узкой части полевого эмиттера:

а, в, с - материалы с разной проводимостью (например,  $n$ ,  $p$ ,  $n^+$ ,  $p^+$ ),

00 - изолятор, если подвод носителей заряда осуществляется через поверхностный слой, 00 - проводящий материал, если подвод носителей заряда осуществляется через подложку, 01 - вершина эмиттера,

04 и 06 - границы между материалами с разной проводимостью (например,  $n$ - $n^+$ ,  $p$ - $p^+$ ,  $p$ - $n$ )



Фиг. 4А, 4Б, 4В Иллюстрируют один ряд вариантов конструктивной реализации управляемого источника электронов, соответственно, в теле, на поверхности и в узкой части полевого эмиттера:

q - движение носителя заряда,

d - расположение активных областей на поверхности и в теле полевого эмиттера,

e - расположение активных областей в теле материала, имеющего контакт с полевым эмиттером,

05 - непосредственный контакт управляющего электрода с поверхностью полевого эмиттера, 07 - слой изолятора, 08 - управляющий электрод, 09 - подложка, 10 - материал, через который полевой эмиттер соединен с источником носителей заряда.

Фиг. 5А, 5Б, 5В Иллюстрируют один ряд вариантов конструктивной реализации матричной системы управляемых источников электронов:

02 - второй управляющий электрод, осуществляющий управление во взаимноперпендикулярном направлении по отношению к первому (08), 03 - изолятор (например, стекло), 11 - проводящая подложка-ряд полевых эмиттеров,

h - изолятор.

Фиг. 6 Иллюстрирует один из вариантов конструктивной реализации устройства оптического отображения информации:

12 - стеклянная подложка, 13 - слой люминофора, 14 - прозрачный проводящий слой

## BEST WAY TO USE INVENTION ЛУЧШИЙ ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

ПРИМЕР 1. Наиболее типичным вариантом осуществления стабилизированного источника электронов, использующего в качестве балластного сопротивления барьер, является следующий. На монокристаллическое острие р-типа, выращенное эпитаксиально с подложкой, осаждается тонкий слой поликристаллического кремния n-типа (Фиг. 3Г). Переход из монокристаллического массива р-типа в тонкий поликристаллический слой n-типа будет являться балластным сопротивлением.

ПРИМЕР 2. Наиболее типичным вариантом осуществления управляемого источника электронов, использующего вертикальное распределение элементов управления источником электронов, является следующий. Острие содержит в своем теле два перехода типа р-п. Верхняя часть острия имеет n-тип. Нижняя часть острия и

подложка также имеют n-тип. Средняя часть - p-тип, вблизи которого находится управляющий электрод. Этот управляющий электрод имеет вытянутую форму и расположен на поверхности острия, имея с ним непосредственный контакт (Фиг.4Б). При подаче на управляющий электрод положительного напряжения в зоне "b" вдоль поверхности полевого эмиттера вблизи управляющего электрода создается инверсионный слой, через который электроны из зоны "с" (подложки и основания острия) начинают "просачиваться" в зону "а", с которой электроны уже могут при наличии ускоряющего анодного поля эмитировать с полевого эмиттера. При этом сама подложка на которую подано соответствующее напряжение, является источником электронов.

**ПРИМЕР 3.** Наиболее типичным вариантом осуществления устройства на основе матричной системы управляемых источников электронов, использующих вертикальное распределение элементов управления источниками электронов, является следующий. На подложке из изолятора создается система параллельных проводящих шин из полос кремния с проводимостью n-типа, на которых согласно ПРИМЕРУ 2 формируются управляемые источники электронов, причем система созданных таким образом 1-х управляющих электродов является взаимноперпендикулярной с системой параллельных полос кремния. Далее формируются система 2-х управляющих электродов через слой стекла, изолирующий ее от остальных структур. Причем проводящие шины этой системы параллельны системе 1-х электродов. Наконец формируется анодная система с системой параллельных проводящих прозрачных электродов, которые параллельны и соответствуют системе параллельных проводящих шин подложки (Фиг.6). Формирование изображения в таком устройстве осуществляется воздействием системы из 4-х электродов на носители заряда в конкретном полевом эмиттере. При этом необходимыми условиями для протекания тока носителей заряда является их наличие в подложке и наличие более высокого потенциала на анодном электроде. Эти две системы электродов работают в паре. Непосредственно для вытягивания (или отпираания потока) носителей заряда - электронов из тела полевого эмиттера подается соответствующее "вытягивающее" (отпирающее) напряжение на систему 2-х электродов. Система 1-х электродов, работая параллельно со системой 2-х электродов, наряду с функцией управления потоком носителей заряда, также выполняет функцию стабилизации потока носителей заряда через массив (тело) полевого эмиттера и, соответственно, эмитируемых с него.

## **Литература**

1. I.Brodie, P. R. Schwoebel, Vacuum Microelectronic Devices,  
Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No. 7, July 1994
2. W.Zhu, G.P.Kochanski, S.Jin and L.Siebles,  
J. Appl. Phys., 78 (1995) 2707
3. H.F.Gray, Regulatable field emitter device and method of production thereof,  
US Pat. 5 359 256, Cl 313/169 (1994).
4. Junji Itoh, Takayuki Hirano, and Seigo Kanemaru, Ultrastable emission from a  
metal-oxide-semiconductor field-effect transistor-structured Si emitter tip,  
Appl.Phys. Lett. 69 (11), 9 September 1996, p.1577
5. M. Arai, et al, Emission Characteristic of Si-FEA with Junction FET,  
Technical Digest of IVMC'97 Kyongju, Korea 1997
6. Yoichi Kobori, Mitsuru Tanaka, Field emission cathode,  
US Pat. 5 162 704, Cl 315/349 (1992).

# CLAIMS

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Источник электронов, включающий полевой эмиттер, подложку, источник носителей заряда, по крайней мере одно балластное сопротивление, отличающийся тем, что по крайней мере одно балластное сопротивление выполнено в виде барьера, представляющего собой границу в теле эмиттера, образованную контактом материалов с разной проводимостью.
2. Источник электронов по п. 1, отличающийся тем, что по крайней мере один барьер представляет собой один из переходов, образованных границей между материалами с различной проводимостью типа  $n$ ,  $n^+$ ,  $p$ ,  $p^+$ .
3. Источник электронов по любому из п. 1, п. 2, отличающийся тем, что по крайней мере один барьер образован слоем изолятора, поперечного направлению движения носителей заряда.
4. Источник электронов по любому из п.п. 1-3, отличающийся тем, что полевой эмиттер является выращенным эпитаксиально с подложкой.
5. Источник электронов по любому из п.п. 1-4, отличающийся тем, что полевым эмиттером является острие.
6. Источник электронов по любому п.п. 1-4, отличающийся тем, что полевым эмиттером является лезвие.
7. Источник электронов по любому из п.п. 1-6, отличающийся тем, что полевой эмиттер состоит из двух взаимнокоаксиальных частей, широкой нижней и более узкой верхней частей.
8. Источник электронов по любому из п.п. 1-7, отличающийся тем, что полевой эмиттер выполнен из нитевидного кристалла кремния.
9. Источник электронов по любому из п.п. 1-8, отличающийся тем, что вершина полевого эмиттера заострена и покрыта алмазом или алмазоподобным материалом.
10. Источник электронов по п. 9, отличающийся тем, что алмазное или алмазоподобное покрытие полевого эмиттера заострено.
11. Источник электронов по любому из п.п. 1-10, отличающийся тем, что источник носителей заряда соединен с полевым эмиттером через подложку и/или проводящий слой, расположенный на поверхности полевого эмиттера непосредственно или через слой изолятора.

- 12.** Источник электронов, включающий полевой эмиттер, подложку, источник носителей заряда, по крайней мере одно балластное сопротивление, отличающийся тем, что по крайней мере одно балластное сопротивление выполнено в виде барьера, представляющего собой границу между телом полевого эмиттера и проводящим слоем, расположенным на поверхности полевого эмиттера.
13. Источник электронов по п. 13, отличающийся тем, что полевой эмиттер выполнен из полупроводникового материала.
14. Источник электронов, по любому из п. 13, п. 14, отличающийся тем, что слой, расположенный на поверхности полевого эмиттера выполнен из полупроводникового материала.
15. Источник электронов по любому из п.п. 13-15, отличающийся тем, что полевой эмиттер является выращенным эпитаксиально с подложкой.
16. Источник электронов по любому из п.п. 13-16, отличающийся тем, что полевым эмиттером является острие.
17. Источник электронов по любому п.п. 13-17, отличающийся тем, что полевым эмиттером является лезвие.
18. Источник электронов по любому из п.п. 13-18, отличающийся тем, что полевой эмиттер состоит из двух взаимнокоаксиальных частей, широкой нижней и более узкой верхней частей.
19. Источник электронов по любому из п.п. 13-19 отличающийся тем, что полевой эмиттер выполнен из нитевидного кристалла кремния.
20. Источник электронов по любому из п.п. 13-20, отличающийся тем, что вершина полевого эмиттера заострена и покрыта алмазом или алмазоподобным материалом.
21. Источник электронов по п. 21, отличающийся тем, что алмазное или алмазоподобное покрытие полевого эмиттера заострено.
22. Источник электронов по любому из п.п. 13-22, отличающийся тем, что источник носителей заряда соединен с полевым эмиттером через подложку и/или проводящий слой, расположенный на поверхности полевого эмиттера непосредственно или через слой изолятора.
23. Источник электронов по п. 13-23, отличающийся тем, что по крайней мере один барьер представляет собой один из переходов, образованных границей между материалами с различной проводимостью типа  $n$ ,  $n^+$ ,  $p$ ,  $p^+$ .

24. Источник электронов по любому из п.п. 13-24, отличающийся тем, что по крайней мере один барьер образован слоем изолятора, поперечного направлению движения носителей заряда.

**25.** Источник электронов, включающий полевой эмиттер, подложку, источник носителей заряда, по крайней мере одно балластное сопротивление, отличающийся тем, что подложка имеет форму острия и выполнена из изоляционного материала и покрыта проводящим слоем, толщина которого обеспечивает балластное сопротивление.

26. Источник электронов по п. 27, отличающийся тем, что проводящий слой имеет по крайней мере один барьер для носителей заряда.

27. Источник электронов по п. 28, отличающийся тем, что барьер представляет собой по крайней мере один из переходов, образованных границей между материалами с различной проводимостью типа  $n$ ,  $n^+$ ,  $p$ ,  $p^+$ .

28. Источник электронов по любому из п. 27, п. 28, отличающийся тем, что барьер образован по крайней мере одним слоем изолятора, поперечного направлению движения носителей заряда.

**29.** Управляемый источник электронов, включающий полевой эмиттер, подложку, источник носителей заряда, по крайней мере одно балластное сопротивление, по крайней мере один управляющий электрод, отличающееся тем, что он содержит источник электронов, выполненный по п.п. 1-28

30. Управляемый источник электронов, по п. 29, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере одну активную область в теле и/или на поверхности полевого эмиттера.

31. Управляемый источник электронов, по любому из п. 29, п. 30, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере одну активную область в проводящем слое, расположенном на поверхности подложки и/или полевого эмиттера непосредственно или через слой изолятора.

32. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-31, отличающийся тем, что по крайней мере один управляющий электрод находится вблизи одного из барьеров для носителей заряда.

33. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-32, отличающийся тем, что по крайней мере один управляющий электрод расположен на боковой поверхности полевого эмиттера через изолирующий слой.

34. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-33, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере один управляющий электрод, который отделен от полевого эмиттера вакуумным зазором.

35. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-34, отличающийся тем, что по крайней мере один управляющий электрод расположен вдоль полевого эмиттера.

36. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-35, отличающийся тем, что управляющий электрод имеет непосредственный контакт с боковой поверхностью полевого эмиттера.

37. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-36, отличающийся тем, что для источника электронов, выполненного по п.п. 1-24, подложка является кристаллической.

38. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-37, отличающийся тем, что для источника электронов, выполненного по п.п. 1-24, подложка образована слоем изолятора и расположенным на нем слоем проводящего материала.

39. Управляемый источник электронов по любому из п. 37, п. 38, отличающийся тем, что проводящий слой подложки выполнен из монокристаллического кремния, ориентированного по кристаллографической плоскости (111).

40. Управляемый источник электронов по любому из п.п. 29-39, отличающийся тем, что на его поверхности расположен слой материала, прозрачный для электронов, предотвращающий выход химических элементов с поверхности управляемого источника электронов.

41. Управляемый источник электронов по п. 40, отличающийся тем, что в качестве указанного материала использован алмаз или алмазоподобное вещество.

**42.** Матричная система управляемых источников электронов, содержащая по крайней мере два управляемых источника электронов, отличающаяся тем, что по крайней мере один из управляемых источников электронов выполнен по любому из п. п. 29-41.

43. Матричная система управляемых источников электронов по п. 42, отличающаяся тем, что она содержит двумерную систему из взаимноперпендикулярных рядов управляемых источников электронов.

44. Матричная система управляемых источников электронов по любому из п. 42, п. 43, отличающаяся тем, что в управляемых источниках электронов по крайней мере

один управляющий электрод имеет вид диафрагмы, которая выполнена из проводящего алмаза или алмазоподобного материала.

45. Матричная система управляемых источников электронов по любому из п. п. 42-44, отличающаяся тем, что подложка представляет собой ряды проводящего материала, расположенного на изоляторе.

46. Матричная система управляемых источников электронов по любому из п. п. 42-45, отличающаяся тем, что управляемые источники электронов снабжены проводящими шинами, которые в каждой из систем рядов управляемых источников электронов взаимно параллельны и перпендикулярны шинам другой системы рядов управляемых источников электронов, причем шины разных систем рядов управляемых источников электронов расположены на разных уровнях и разделены изолятором.

47. Устройство для оптического отображения информации, содержащее матричную систему управляемых источников электронов и анод, включающий стеклянную подложку, слой люминофора, и проводящий прозрачный слой, отличающееся тем, что матричная система управляемых источников электронов выполнена по любому из п.п. 42-46.

48. Устройство для оптического отображения информации по п. 47, отличающееся тем, что проводящий прозрачный слой представляет собой совокупность параллельных полосок, перпендикулярную по крайней мере одной из систем рядов управляющих электродов источников электронов.

49. Устройство для оптического отображения информации по любому из п. 47, п. 48, отличающееся тем, что анод покрыт слоем защитного материала, прозрачного для электронов и предотвращающего выход химических элементов распада материалов анода в пространство между матричной системой источников электронов и анодом.

50. Устройство для оптического отображения информации по п. 49, отличающееся тем, что в качестве защитного материала использован алмаз или алмазоподобный материал.

51. Устройство для оптического отображения информации по любому из п. 49, п. 50, отличающееся тем, что в качестве защитного материала использован проводящий слой.



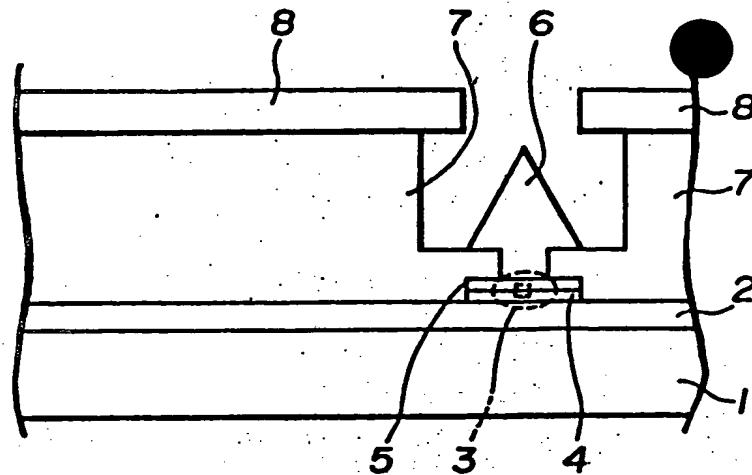


Fig. 1

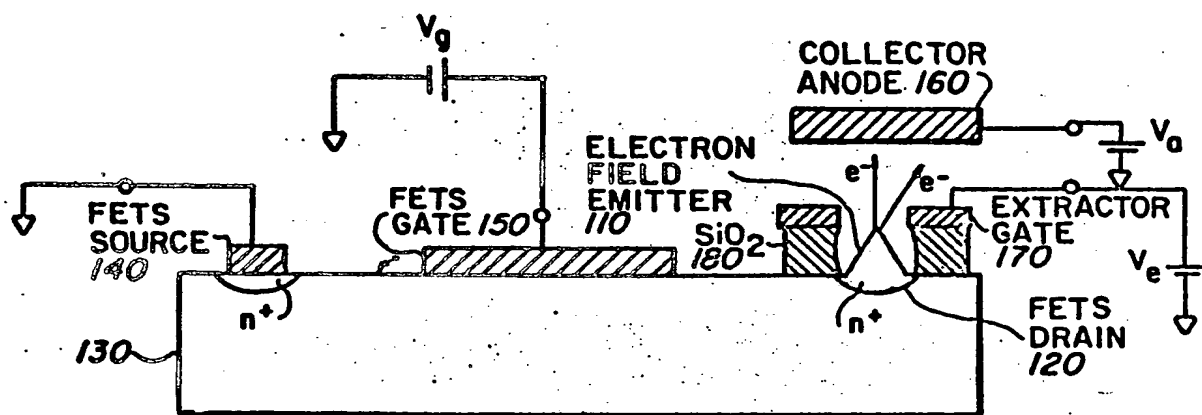


Fig. 2A

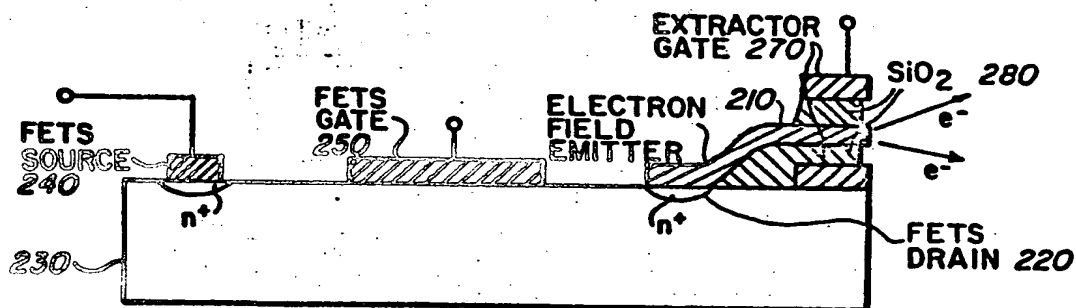
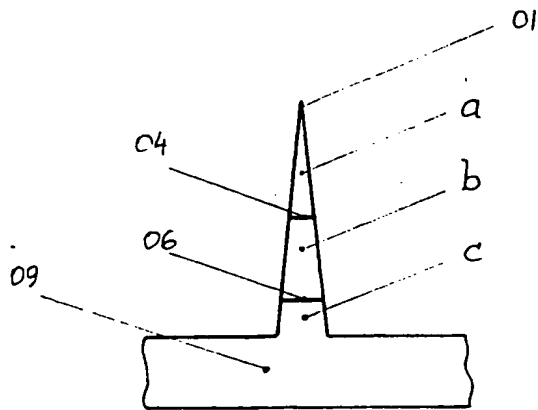
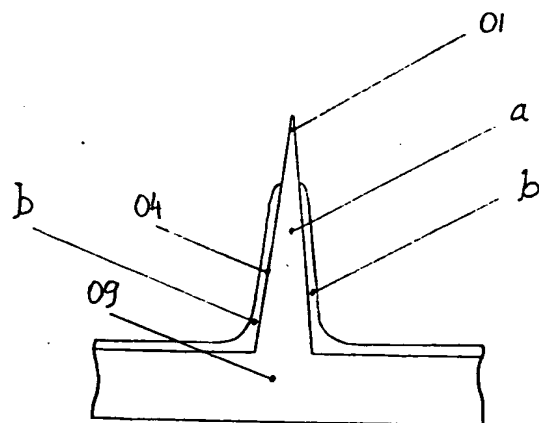


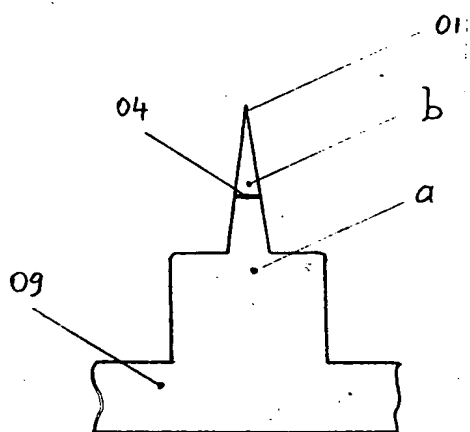
Fig. 2B



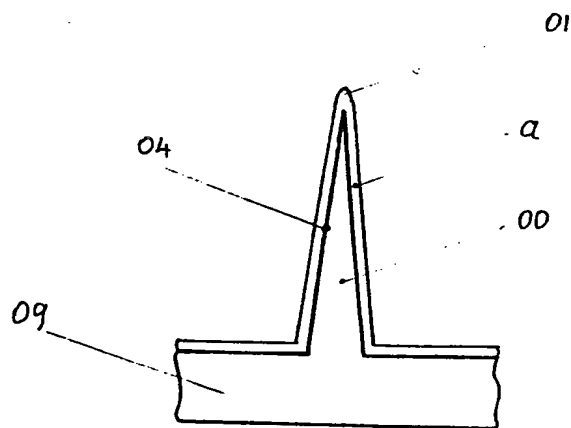
Фиг. 3А



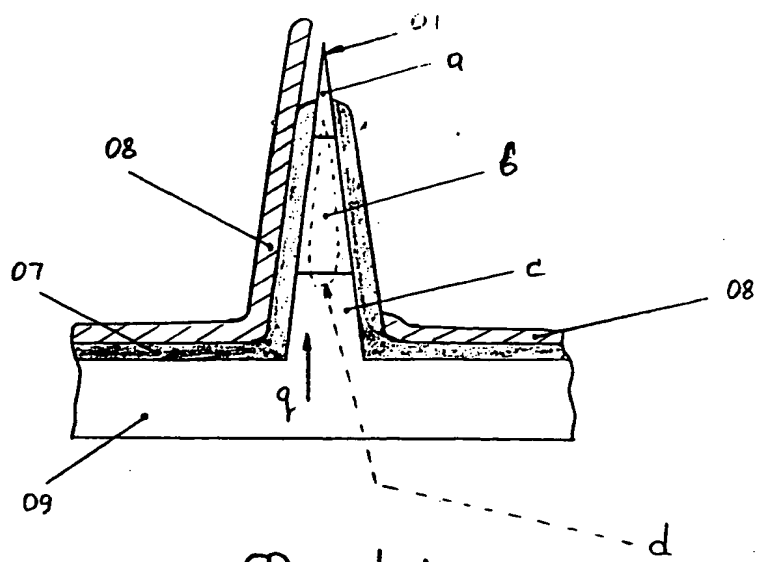
Фиг. 3Б



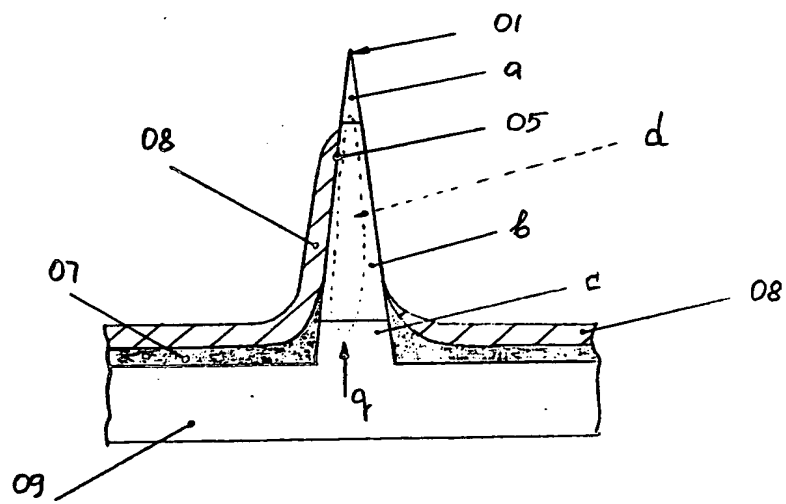
Фиг. 3В



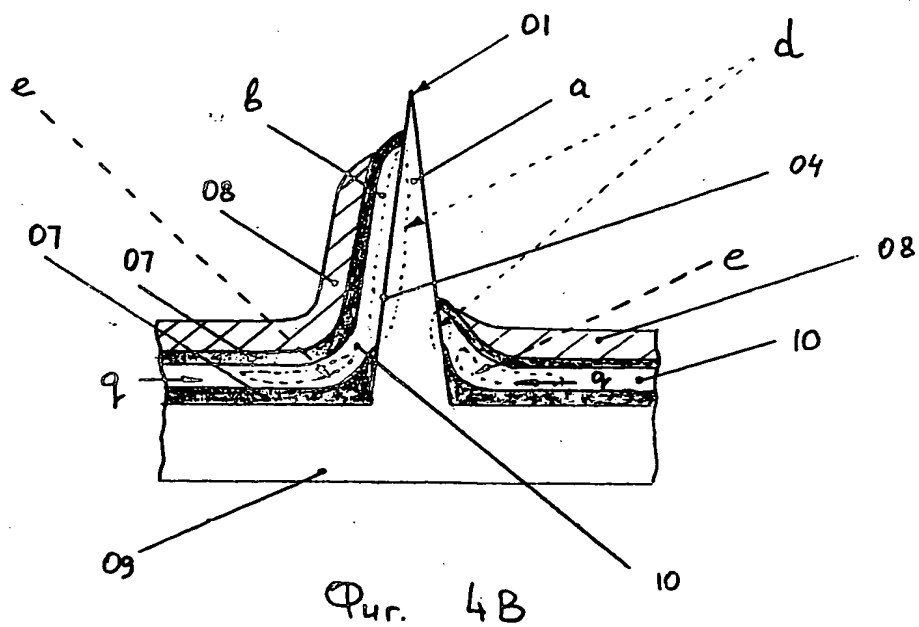
Фиг. 3Г



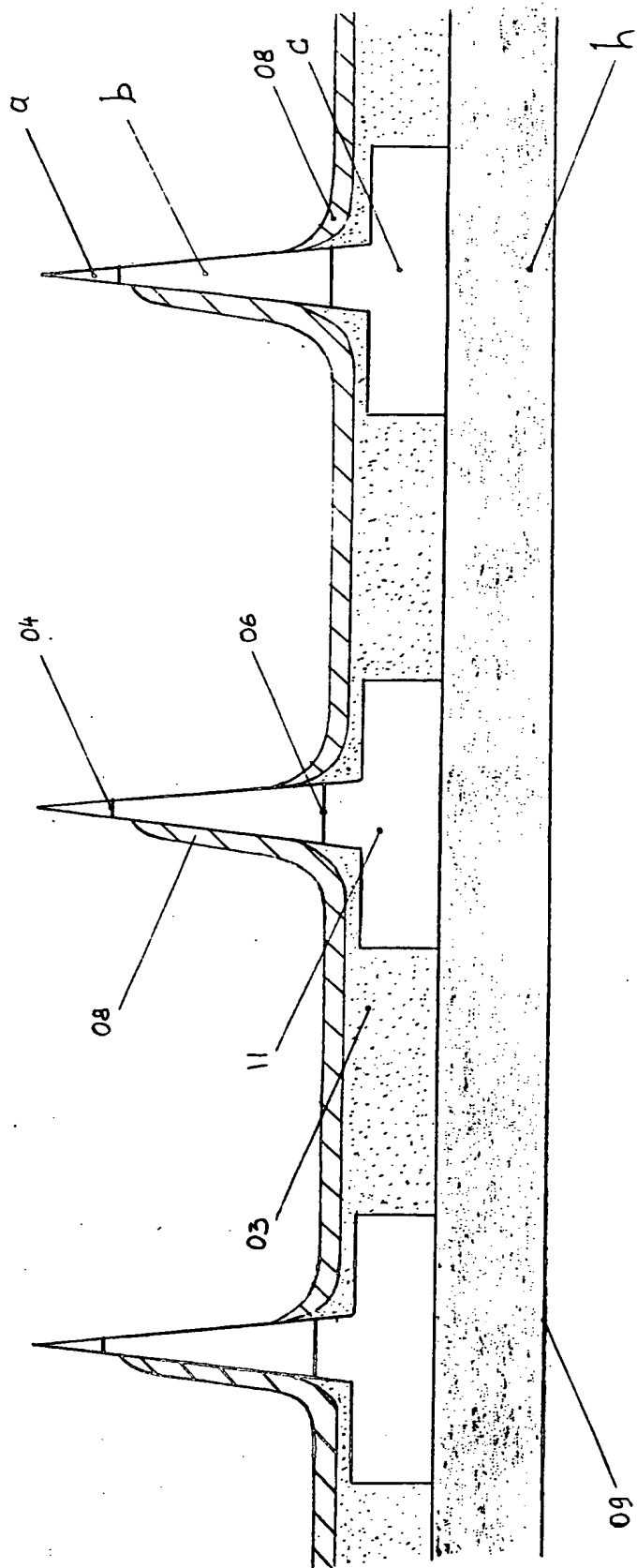
Фиг. 4 А



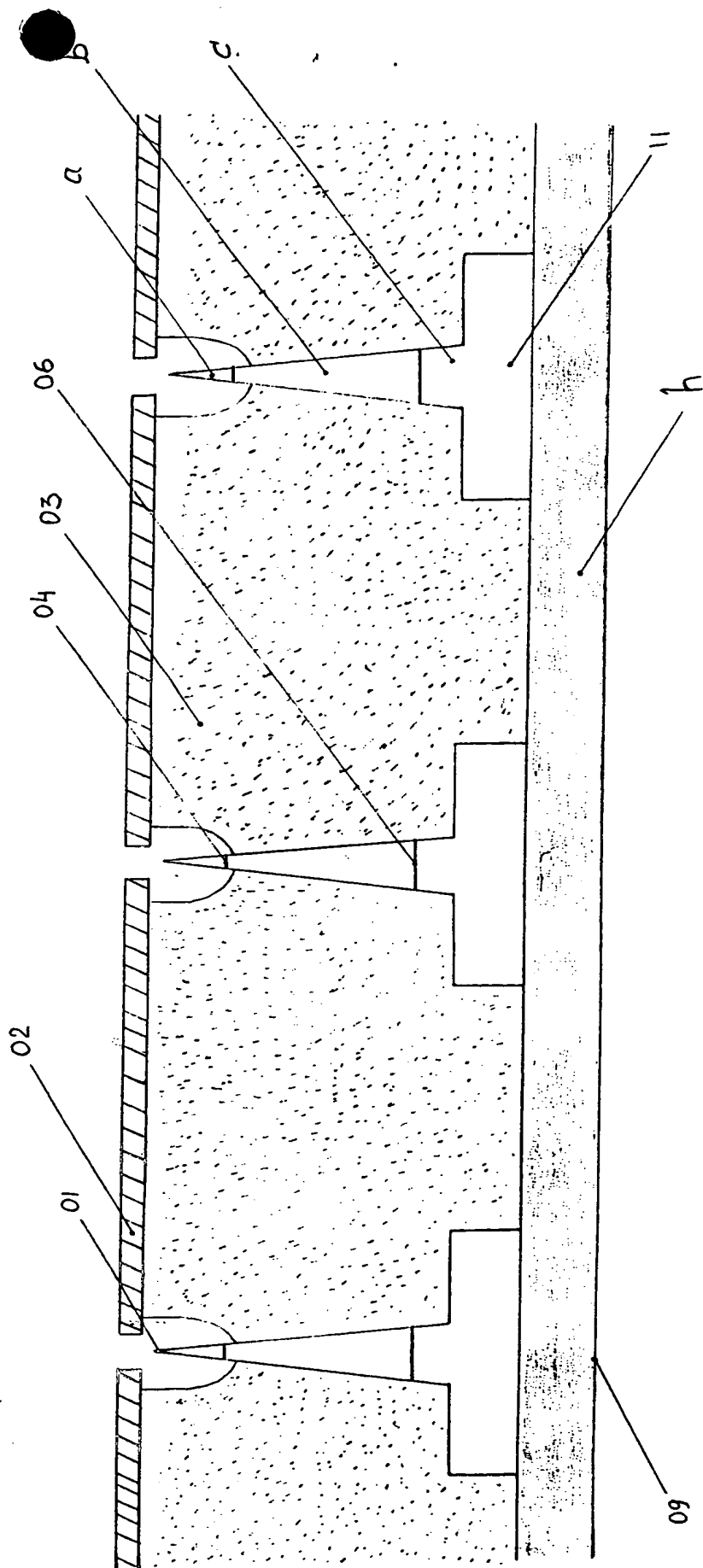
Фиг. 4 Б



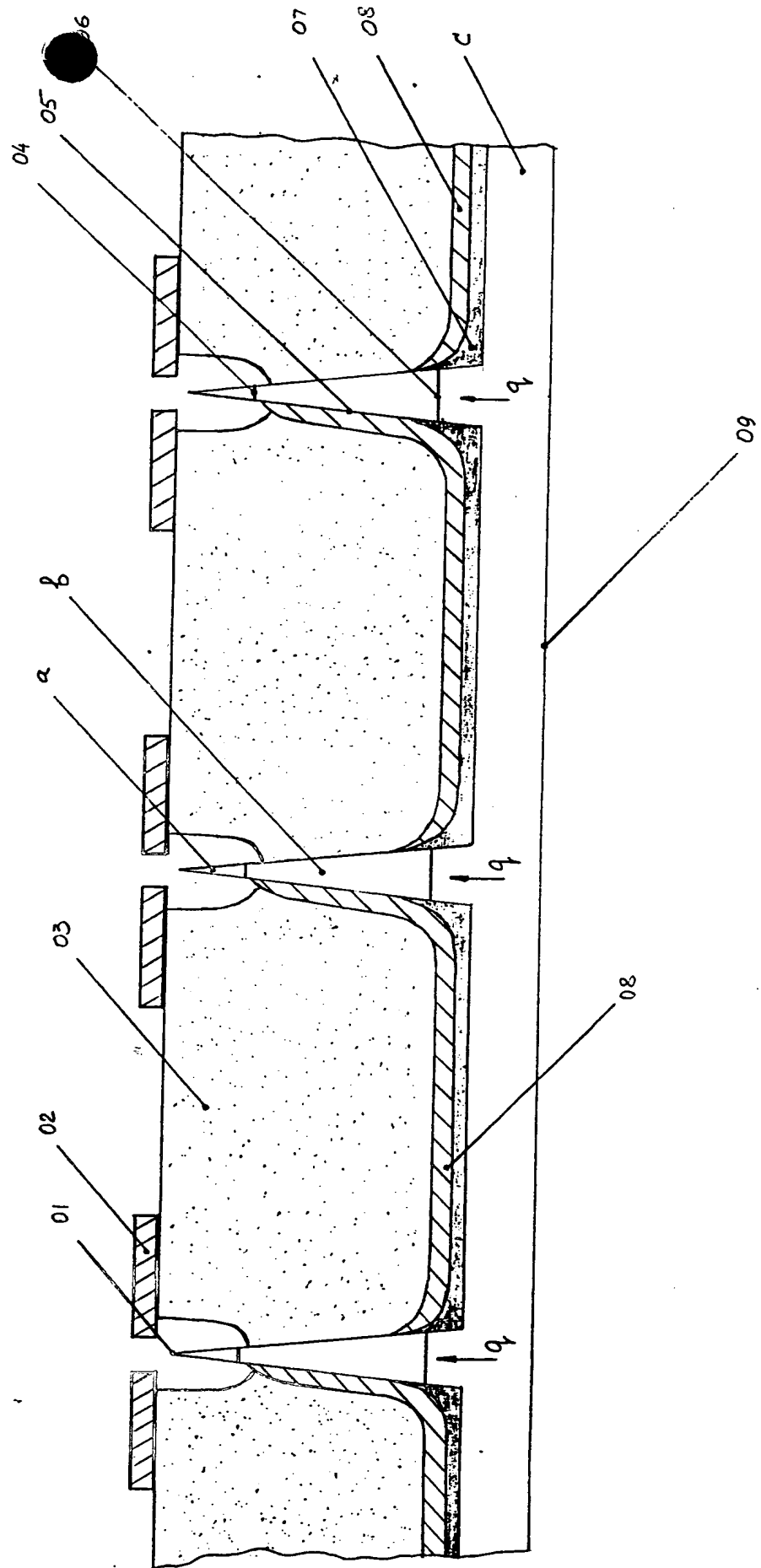
Фиг. 4 В



$\Phi_{\text{ур. 5 A}}$



$\Phi_{ur. 5B}$



Фиг. 5 В



## РЕФЕРАТ

Предлагается источник электронов, в котором в тело и/или на поверхность полевого эмиттера помещены балластное сопротивление и активная область источника электронов. При этом балластное сопротивление может быть реализовано созданием барьера в виде одного из переходов типа  $n-p+$ ,  $p-p+$ ,  $p-n$ , либо слоем изолятора, поперечного направлению движения носителей заряда. Все элементы управления таким источником электронов имеет вертикальное расположение. Это позволяет значительно уменьшить площадь, занимаемую областью управления полевым эмиттером, и, таким образом, повысить разрешающую способность прибора и расширить области его применений, а также используя конечную пространственную протяженность полевого эмиттера, в частности острия, осуществить распределение элементов управления и стабилизации вдоль всего эмиттера.